

**(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)**

**(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international**



(43) Date de la publication internationale
10 juin 2004 (10.06.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/048191 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : B63B 27/24

Philippe [FR/FR]; 35, rue Pigeon, F-76420 BIHOREL (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/003324

(74) Mandataires : DOMENEGO, Bertrand etc.; Cabinet Lavoix, 2, place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international :

6 novembre 2003 (06.11.2003)

(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/14471 19 novembre 2002 (19.11.2002) FR

(71) **Déposant** (pour tous les États désignés sauf US) : **TECHNIP FRANCE** [FR/FR]; 6-8 Allée de l'Arche, Faubourg de l'Arche, ZAC Danton, F-92400 COURBEVOIE (FR).

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,

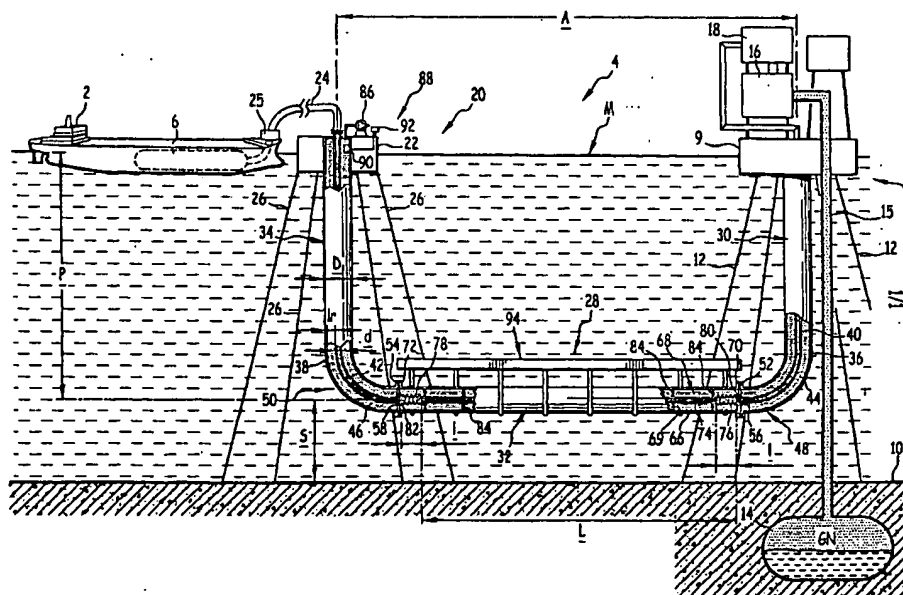
(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **ESPINASSE,**

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: LIQUEFIED GAS TRANSFER INSTALLATION AND USE THEREOF

(54) Titre : INSTALLATION DE TRANSFERT DE GAZ LIQUEFIE ET SON UTILISATION



(57) Abstract: The invention concerns a liquefied gas transfer installation, in particular for liquefied natural gas, adapted to transfer liquefied gas between two surface tanks (6) and (18) distally spaced apart. The installation comprises a transfer line (28). The transfer line (28) is immersed in water. The invention is applicable to installations for loading ships with natural gas.

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/048191 A1



TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

(57) Abrégé : Cette installation de transfert d'un gaz liquéfié, notamment du gaz naturel liquéfié, est adaptée pour transférer du gaz liquéfié entre deux réservoirs de surface (6) et (18) espacés de manière distale. L'installation comprend une ligne de transfert (28). La ligne de transfert (28) est immergée dans de l'eau. Application aux installations de chargement de bateaux par du gaz naturel.

Installation de transfert de gaz liquéfié et son utilisation.

La présente invention concerne une installation de transfert en mer d'un gaz liquéfié, notamment du gaz naturel liquéfié, telle que décrite dans le préambule de la revendication 1.

Elle s'applique notamment aux procédés de remplissage de bateaux de transport par du gaz liquéfié ou du gaz naturel liquéfié (méthanier).

On connaît des procédés de remplissage de bateaux de transport avec du gaz naturel et du gaz naturel liquéfié.

Les bateaux de transport de gaz connus comportent des réservoirs de transport de gaz à l'état liquide et, dans certains cas (gaz de pétrole liquéfié), une installation de liquéfaction de gaz.

Afin de remplir ces bateaux de gaz liquéfié, l'installation de liquéfaction est reliée à une ligne de transfert qui est connectée à une source de gaz liquéfié, par exemple un réservoir de stockage sur terre ou en mer.

On connaît en outre des procédés de chargement d'un bateau avec du gaz liquéfié, dans lesquels le gaz est liquéfié et stocké dans un réservoir de stockage temporaire situé par exemple sur une plate-forme de production. Ensuite, le gaz liquéfié est transféré sur le bateau par l'intermédiaire d'une installation de transfert.

Une telle installation de transfert est décrite dans le document FR-A-2 793 235. Cette installation de transfert est composée d'une pluralité de segments de conduites articulés sous la forme de losanges déformables, dont les extrémités viennent se raccorder d'une part à un système de connexion du navire, et d'autre part à une conduite disposée le long d'une grue.

Cette installation doit répondre à des contraintes mécaniques importantes. Elle est placée à proximité de la plate-forme de production et doit pouvoir s'adapter aux mouvements de la plate-forme de production (six degrés de liberté dont roulis, tangage, pilonnement, cavalement). De plus, l'installation comporte de nombreux joints tournants qui sont constamment en mouvement. Sa maintenance est donc relativement coûteuse. Ce type d'installation est utilisé pour le chargement et le déchargement des méthaniers dans les ports des terminaux de production ou de réception de gaz naturel liquéfié, le long de jetées abritées.

D'autres installations de transfert de gaz liquéfié sont connues. Ces installations servent à transférer du gaz liquéfié ou du gaz naturel liquéfié (GNL) entre deux bateaux. Elles impliquent que les deux bateaux soient positionnés l'un derrière l'autre ou bien côte-à-côte.

Dans ces deux configurations, la distance séparant les bateaux est relativement faible. Les deux bateaux ont des dimensions importantes et comparables et sont soumis à la houle et aux courants. Ainsi, chacun d'entre eux se déplace avec six degrés de liberté et de façon relativement indépendante de l'autre. L'installation de transfert est conçue pour prendre en compte ces mouvements relatifs des deux bateaux qui sont par ailleurs dépendants des conditions météorologiques.

Une autre installation de transfert, connue par exemple de la demande de brevet FR-A-2 815 025, comprend une conduite de transfert flexible en caténaire reliant l'installation de stockage au navire de transport. Au repos, la conduite flexible est stockée sur un portique lié à une installation de production et de stockage. La connexion de la conduite flexible sur le navire s'effectue par l'intermédiaire d'un module de connexion solidaire ou indépendant de cette conduite flexible.

Dans la demande de brevet WO 01/87 703 est proposé une installation de transfert d'un site de production à un méthanier. Cette installation se compose d'un bras placé sur le site de production et s'étendant sur une longueur de 30 à 5 60% de la distance de sécurité entre les deux navires. Une conduite flexible est enroulée sur une roue à l'extrémité du bras. Cette conduite est connectée au méthanier lors du transfert.

Dans le document WO 01/34 460 est proposée une 10 installation aérienne de transfert de gaz naturel liquéfié entre deux navires avec un système de connexion monté à l'extrémité d'une conduite flexible qui vient se connecter à l'installation du second navire.

Dans tous ces dispositifs connus, les conduites 15 utilisées pour le transfert du gaz n'ont qu'une longueur relativement courte (inférieure à 100 mètres) et s'étendent au-dessus de la surface de la mer. En conséquence, le chargement du bateau ne peut être effectué que lorsque celui-ci est près de la plate-forme ou du navire 20 distributeur, ce qui crée des risques de collision et rend le dispositif de transfert très dépendant des conditions météorologiques.

La présente invention a pour but de pallier les inconvénients cités, et de proposer une installation de 25 transfert d'un gaz liquéfié qui soit économique et qui soit sûre.

A cet effet l'invention a pour objet une installation du type précité, caractérisée par les caractéristiques de la revendication 1.

30 Selon d'autres modes de réalisation, l'installation comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques des revendications dépendantes 2 à 13.

L'invention a en outre pour objet l'utilisation d'une installation telle que définie ci-dessus pour

transférer un gaz liquéfié d'un premier réservoir à un second réservoir.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant au dessin annexé, sur lequel la Figure 1 est une vue schématique d'un mode de réalisation d'une installation de transfert selon l'invention, en coupe partielle.

Sur la Figure 1 est représentée une installation de remplissage d'un bateau 2 de gaz liquéfié ou de gaz naturel liquéfié, désignée par la référence générale 4.

Dans ce qui suit l'expression « gaz » sera utilisé pour tout produit ou composé qui, dans les conditions ambiantes (1013 hPa, 20°C) est à l'état gazeux. L'expression « gaz liquide » sera utilisée pour un tel produit qui est au moins partiellement à l'état liquide, et l'expression « gaz à l'état gazeux » sera utilisée pour tout produit à l'état gazeux.

Le bateau 2 est un tanker, connu en soi, sur lequel est installé un réservoir de transport 6 de gaz liquide.

De façon générale, le bateau 2 est un navire adapté pour transporter du gaz liquéfié, et en particulier un méthanier.

L'installation 4 comprend une installation de production (liée à ou incluant une installation de forage comportant les puits producteurs de gaz) constituée par exemple d'une barge 9 de production ou d'une plate-forme ancrée ou fixée sur le fond marin 10 par des câbles 12. L'installation de production est raccordée à une poche de gaz naturel à l'état gazeux 14 par une colonne montante 15. Celle-ci alimente un dispositif de liquéfaction 16 du gaz à l'état gazeux supporté par la barge 9. Une sortie du dispositif de liquéfaction 16 débouche dans un réservoir 18 de stockage temporaire de gaz liquéfié.

L'installation 4 comprend en outre des moyens 20 de transfert de gaz liquide du réservoir de stockage 18 dans le réservoir de transport 6.

Les moyens de transfert 20 de gaz dans le réservoir
5 de transport 6 comprennent une bouée de chargement 22 sur laquelle le tanker vient se connecter pour le chargement. Conformément à l'invention, cette bouée de chargement 22 est espacée de manière distale de la barge 9 de production. Cette configuration permet au tanker ou méthanier de se
10 déplacer et de s'amarrer indépendamment de la barge 9 sans risque de collision.

D'autre part, la connexion entre la bouée de chargement 22 et le réservoir de transport 6 du bateau 2 s'effectue par une conduite de chargement 24.

15 La conduite de chargement 24 s'étend entièrement au-dessus de la surface M de la mer. Elle présente des moyens de connexion temporaire 25 au réservoir 6.

Le réservoir 6 est rempli par du gaz liquéfié ou du gaz naturel liquéfié (GNL) à partir de la bouée de
20 chargement 22 pour transporter ce gaz à terre.

La conduite de chargement 24 est connue en soi. Elle peut être soit constituée par des tronçons de conduite rigide, liés entre eux par des joints tournants, soit par une conduite souple. La conduite de chargement 24 est
25 supportée par une structure de support appropriée, telle qu'une grue (non représentée) ou flottante et conçue en conséquence.

La bouée de chargement 22 est ancrée au fond marin
10 par des câbles et/ou chaînes 26 et est espacée de manière distale de la barge 9 de production. La distance A entre la
30 bouée de chargement 22 et la barge de production est supérieure à 300 m, et sera de préférence de l'ordre d'un mille marin (1,852km).

La bouée de chargement 22 est de faible dimension par rapport au bateau 2. Le bateau 2 est soumis à la houle, aux courants et aux conditions météorologiques. Il peut tourner librement autour de la bouée de chargement 22 lors du chargement du gaz liquéfié ou du gaz naturel liquéfié.

Les moyens de transfert 20 comprennent par ailleurs une ligne de transfert 28 immergée dans l'eau, qui relie le réservoir de stockage 18 à la bouée de chargement 22.

La ligne de transfert 28 est adaptée pour transférer du gaz liquide de la barge 9 de production à la bouée de chargement 22, tout en étant immergée dans l'eau lors du transfert du gaz liquéfié. La barge 9 forme un premier terminal de la ligne de transfert 28 et la bouée de chargement 22 forme un second terminal de la ligne de transfert 28.

Les terminaux, en l'occurrence la bouée de chargement 22 et la barge 9 de production, peuvent se déplacer indépendamment l'un de l'autre selon toutes les directions sur une distance pouvant aller jusqu'à 10% de la profondeur d'eau par grande profondeur et plus pour des profondeurs inférieures à 150m. L'amplitude du mouvement relatif entre les deux terminaux peut donc atteindre plus de 20% de la profondeur d'eau.

La ligne de transfert immergée 28 devra donc être capable d'absorber ces variations de distance entre les deux terminaux flottants 9 et 22.

Des efforts dynamiques de flexion et des vibrations sont engendrés sur la partie immergée de la ligne de transfert 28 par les mouvements de houle, les courants marins et les déplacements relatifs des terminaux 9, 22.

La combinaison de ces efforts dynamiques et des vibrations entraîne une fatigue importante de la partie immergée de la ligne de transfert 28, ce qui réduit de manière significative sa durée de vie.

Les conduites rigides sont très sensibles à ces efforts dynamiques et aux vibrations. C'est pourquoi il est habituellement nécessaire de relier la conduite rigide aux terminaux par des sortes de rotules/joints tournants (flexjoint en anglais) de manière à suivre les mouvements des terminaux et à absorber plus ou moins les sollicitations dynamiques. De plus, les zones soumises aux vibrations importantes doivent généralement être équipées de moyens spécifiques supplémentaires, comme des ailettes hélicoïdales anti-vibrations.

Les conduites flexibles sont connues pour leur grande résistance et leur capacité d'absorption de ces sollicitations dynamiques, mais leur coût est élevé.

Ces sollicitations dynamiques sont surtout présentes dans la zone dite de turbulence. La zone de turbulence est une couche d'eau dans laquelle les effets de la houle et des courants sont importants. On définit cette zone comme étant la zone dans laquelle la vitesse maximale du courant de l'eau est située au-dessus d'un seuil déterminé. Généralement, ce seuil est de 1 m/s voire de 0,5 m/s.

A titre d'exemple, dans le cas du Brésil (zone où la vitesse des courants est importante), la zone turbulente peut descendre jusqu'à une profondeur de 300 m, voire 500 m (15% à 25% de la profondeur d'eau) dans certains champs. Au contraire, en Afrique de l'Ouest (zone où les turbulences sont plutôt faibles), cette zone de turbulence pourra avoir une profondeur maximale de l'ordre de 50 m (5% de la profondeur d'eau).

La ligne de transfert 28 selon l'invention est une ligne hybride flexible et rigide combinant les avantages des conduites flexibles dans la zone soumise à d'importantes sollicitations dynamiques et le faible coût des conduites rigides dans les zones où ces sollicitations dynamiques sont limitées.

La ligne de transfert 28 comprend donc un tronçon principal rigide 32 sensiblement horizontal s'étendant sur une distance proche de la distance A et situé dans une zone de la couche d'eau où les sollicitations dynamiques sont réduites, et des tronçons flexibles 30 et 34 sensiblement verticaux qui relient les extrémités du tronçon principal 32 aux terminaux 8, 22 et assurent la continuité du transport de gaz liquide et la reprise des sollicitations dynamiques.

Le tronçon principal rigide 32 s'étend à une profondeur P par rapport à la surface de la mer. Cette profondeur P est supérieure à la profondeur de la zone de turbulence définie précédemment, de préférence supérieure à 50 m.

Les tronçons 30 et 34 sont sensiblement identiques et sont constitués d'une enveloppe externe flexible 36, 38 à section transversale circulaire de diamètre D et d'une conduite interne flexible 40, 42 à section transversale circulaire de diamètre d. Les enveloppes 36, 38 et les conduites 40, 42 sont relativement souples à la flexion. Chacune des conduites 40, 42 est disposée coaxialement dans l'enveloppe 36, 38 correspondante, en formant un espace annulaire 44, 46 de largeur radiale lr. Les conduites flexibles cryogéniques 40, 42 sont connues en soi et comprennent radialement de l'intérieur vers l'extérieur un onduleux, des armures de renfort en fibre de verre spiralées, par exemple à 55°, ainsi qu'une ou plusieurs couches d'isolation thermique séparées par des couches étanches.

L'enveloppe externe flexible pourra être constituée d'une conduite flexible classique connue en soi ou d'un onduleux.

La configuration en double enveloppe permet de protéger la conduite interne et de confiner le gaz liquéfié ou gaz naturel liquéfié en cas de fuite.

Chacun des tronçons 30 et 34 se termine à son extrémité inférieure par une double-bride de raccord 52, 54, au tronçon central 32.

Le tronçon latéral 30 est fixé à son extrémité
5 supérieure à la barge 9 de production, tandis que le tronçon 34 est fixé à son extrémité supérieure à la bouée de chargement 22. Les tronçons latéraux 30, 34 sont isolés thermiquement.

L'extrémité supérieure de la conduite 40 est
10 raccordée au réservoir de stockage 18, par un système de conduite 58 connu en soi.

La conduite 42 du tronçon 34 est raccordée à la conduite de chargement 24 par des moyens de liaison 59 connus. Ces moyens de liaison 59 sont adaptés pour permettre
15 un déplacement du bateau 2' autour de la bouée de chargement 22.

Le tronçon central horizontal 32 est constitué d'une enveloppe externe 66 rigide cylindrique de diamètre D à axe horizontal, dans laquelle est disposée une conduite interne
20 rigide 68 de diamètre d en laissant subsister un espace annulaire 69.

En d'autres termes, ce tronçon 32 forme une conduite à double enveloppe.

La densité du gaz naturel liquéfié étant de 0.45, la
25 ligne de transfert 28 d'export pourra donc avoir, en fonction de son diamètre, une flottabilité positive ou négative.

Le tronçon principal 32 pourra alors être associé à un corps d'équilibrage 94, afin de maintenir ce tronçon 32 à
30 la profondeur d'eau requise et de s'assurer qu'il s'étendra sensiblement horizontalement.

Si la flottabilité du tronçon principal 32 est positive, le corps d'équilibrage 94 peut être un corps de

lest. Si celle-ci est négative, le corps d'équilibrage 94 peut procurer au tronçon principal 32 de la flottabilité.

Le tronçon principal 32 a une longueur L qui est d'au moins 50% de la distance A entre les deux terminaux 8, 22, et qui est de préférence d'au moins 90% de cette distance.

Le tronçon 32 se termine à ses deux extrémités par deux double-bridges 70, 72 complémentaires à celles des deux double-bridges 52, 54.

Il est à noter que toutes les double-bridges 52, 54, 70, 72, sont adaptées pour relier les conduites 40, 42, 38 et les enveloppes 36, 38, 66, de manière étanche au liquide et au gaz.

Par ailleurs, chacune des doubles-bridges 52, 54, 70, 72 comprend des ouvertures traversantes qui relient les espaces annulaires 44, 46, 69, afin d'assurer une continuité de l'isolation thermique dans l'espace annulaire, tout au long de la ligne de transfert 28.

La conduite 68 comprend une partie centrale 74 rigide de forme cylindrique ayant un diamètre d , qui est solidaire des deux côtés d'un soufflet 76, 78 axialement déformable. Chaque soufflet 76, 78 est solidaire de l'une des double-bridges 70, 72.

Les soufflets 76, 78 ont chacun une longueur l qui est suffisante pour compenser la contraction thermique suivant le sens axial de la partie centrale 74 de la conduite 68, dans une plage de température située entre la température de l'eau et la température du gaz liquide devant être transféré. La température de l'eau est généralement comprise entre 4°C et 20°C. Dans le cas d'un chargement du réservoir de transport 6 de gaz naturel liquéfié, la température du gaz liquide est située entre -150°C et -180°C. Les soufflets 76, 78 présentent alors une longueur suffisante pour compenser une dilatation de la partie

centrale 74 sur une plage de température de l'ordre de 200°C.

La conduite centrale 68 est fabriquée en un métal ayant un faible coefficient de dilatation thermique. Le coefficient de dilatation α est inférieur à 16×10^{-6} m/m°C, et de préférence inférieur à 2×10^{-6} m/m°C. La conduite centrale 68 est par exemple en un matériau commercialisé sous le nom de commerce INVAR (R) par les sociétés IMPHY et CREUSOT-LOIRE. Ce matériau a un coefficient de dilatation α de 1,6x10⁻⁶ m/m°C à des températures inférieures à -150°C.

Pour une distance A de 1 mille marin entre la barge 9 de production et la bouée de chargement 22 la longueur l de contraction est environ 2,5 m, et de préférence comprise entre 2 et 3 m.

L'enveloppe 66 est en acier standard, par exemple en acier au carbone pour application sous-marine.

Par ailleurs, la partie centrale 74 est centrée radialement par rapport à l'enveloppe centrale 66 par des disques de centrage 84 ou espaceurs disposés dans l'espace annulaire 69. Ces disques 84 sont en une matière de faible conductivité thermique, par exemple en polyuréthane, en polypropylène ou en polyamide.

Le tronçon 32 devra être isolé thermiquement. Pour ce faire, l'espace annulaire 69 présent entre l'enveloppe 66 et la conduite 68 comprendra une isolation thermique ayant une conductivité thermique inférieure à la conductivité thermique de l'air sous pression atmosphérique.

Les espaces annulaires 44, 46, 69 peuvent être remplis de matière d'isolation thermique, telles que :

- des mousses de matière plastique (résine polystyrénique, polyvinylique, polyuréthane) ;
- de la mousse de verre ;
- des poudres (perlite, alumine) ;

- de superisolants qui présentent le meilleur compromis pour réduire les principaux flux de chaleur. Ils sont composés d'une succession d'écrans réflecteurs (en aluminium) entre lesquels sont interposés des feuilles intercalaires peu conductrices thermiques (films en matière plastique, fibres de verre) ; ou

- d'autres matériaux microporeux.

Par ailleurs, pour améliorer encore l'isolation thermique, la matière d'isolation thermique peut être mise partiellement sous vide.

En variante, l'espace 69 est mis sous une pression inférieure à la pression atmosphérique, pouvant représenter un vide de l'ordre de 30 mbars abs. A cet effet l'installation 4 comporte une pompe à vide 86 située sur la bouée de chargement 22 ou sur la barge de production 9 et reliée avec son côté aspiration à l'espace annulaire 46 du tronçon 34 ou à l'espace annulaire 44 du tronçon 30.

L'un des intérêts de la ligne de transfert 28 selon l'invention est qu'elle présente un espace annulaire continu sur l'ensemble de sa longueur. Cet espace annulaire permet de confiner les éventuelles fuites à l'intérieur de l'enveloppe externe et augmente la sécurité de la ligne de transfert.

De plus, cet espace annulaire continu permet de s'assurer de la continuité de l'isolation thermique, par exemple en maintenant sous pression réduite ou sous vide cet espace annulaire. Enfin, il permet de pouvoir contrôler l'intégrité de la ligne d'export (défaut d'étanchéité, etc.). Pour ce faire, l'installation 4 peut donc comprendre des moyens de détection 88 d'une fuite de gaz des conduites 40, 42, 68 ou un défaut d'étanchéité de l'une des enveloppes 36, 38, 66.

Ces moyens de détection 88 sont constitués par un capteur 90 de pression et/ou de variation de pression et/ou

de gaz naturel, notamment de CH₄, disposé dans l'espace 46 ou 44 et relié à un dispositif d'affichage 92.

Lorsque la pression ou la variation de la pression dépassent des valeurs prédéterminées, le capteur 90 délivre
5 un signal d'alerte au dispositif d'affichage 92.

Ainsi, un changement de pression dans l'espace 46 permettra de détecter un défaut d'étanchéité des conduites 40, 42, 68 ou des enveloppes 36, 38, 66.

En alternative, les espaces annulaires 44, 46, 69
10 peuvent être remplis d'un gaz inerte, par exemple d'azote, en tant qu'isolant thermique (de préférence à une pression inférieure à la pression atmosphérique). Ce gaz permet de contrôler l'atmosphère de l'espace annulaire et de s'assurer qu'il n'y aura pas d'oxygène, ce qui limitera les risques de
15 corrosion. De plus, une fuite de gaz ou un défaut d'étanchéité peuvent alors être détectés par la mesure de la pression dans l'interstice 46 ou par la mesure du taux du gaz inerte.

L'installation selon l'invention fonctionne de la
20 façon suivante.

L'installation de production 8 produit du gaz à l'état « gazeux » qui est liquéfié par le dispositif de liquéfaction 16 et qui est stocké dans le réservoir de stockage 18.

25 Le bateau 2 avec le réservoir de transport 6 vide approche de la bouée de chargement 22, et le réservoir de transport 6 est relié à la conduite 42 du tronçon 34 par la conduite de chargement 24.

Le gaz liquéfié est acheminé à partir du réservoir
30 de stockage 18 par les conduites 24, 40, 42, 68 vers le réservoir de transport 6.

Etant donné que le gaz circule à travers les conduites à l'état liquide, un important débit massique de gaz à l'état liquide est obtenu, pour une pression et une

section transversale de la conduite données. Le remplissage du réservoir de transport 6 s'effectue alors rapidement. L'ordre de grandeur du temps de remplissage selon ce procédé est d'environ 12 heures.

5 Le fait que la ligne de transfert 28 soit immergée dans l'eau permet de relier la bouée de chargement 22 à la barge 9 de production sur des grandes distances. Le chargement du tanker 2 est donc effectué à une grande distance A sans risque de collision du tanker ou du
10 méthancier et de la barge 9 de production.

La ligne de transfert 28 selon l'invention permet également de décharger rapidement le gaz liquide du réservoir de transport 6 vers un réservoir de stockage (non représenté).

15 En variante, la ligne de transfert 28 peut comprendre un faisceau de conduites disposées parallèlement les unes aux autres (bundle). En particulier, ce faisceau de conduites pourra comprendre une ou plusieurs conduites pour le retour du gaz à l'état gazeux, qui transitera du
20 réservoir de transport 6 vers le réservoir de stockage 18 et une ou plusieurs conduites pour le transport de gaz liquide, et un corps d'équilibrage pour le tronçon principal 32.

En variante encore, chacune des extrémités du tronçon principal 32 peut être reliée au terminal 8, 22
25 correspondant au moyen d'une ligne d'amarrage (non représentée) montée en parallèle avec les tronçons latéraux 30, 34.

Chaque ligne d'amarrage a une longueur inférieure à la longueur des tronçons latéraux 30, 34, de sorte que les
30 tronçons latéraux 30, 34 ne sont pas soumis à la force de traction engendrée par le tronçon principal 32. La ligne d'amarrage est constituée d'une chaîne, un câble en fibre de carbone, un câble en acier ou une corde en polypropylène. Dans ce cas, le tronçon 32 sera légèrement pesant ou les

lignes d'amarrage seront mises en tension par des contre-poids disposés aux extrémités du tronçon principal 32.

Dans une autre alternative, le tronçon principal 32 peut être ancré directement sur le fond marin par des lignes d'amarrage. Dans ce cas, le tronçon principal 32 sera légèrement flottant ou les lignes d'amarrage seront mises sous tension par des bouées situées aux extrémités du tronçon principal 32.

Selon une autre variante les tronçons 30, 34 comprennent chacun une conduite interne du type onduleux et une enveloppe externe du type onduleux. La conduite et l'enveloppe sont fabriqués en acier inoxydable ou en INVAR (R). De plus, des armures de renfort sont enroulées autour de la conduite interne, de préférence sur toute sa longueur.

La couche d'isolation thermique de ces tronçons est composée, suivant la longueur des tronçons, d'une succession de disques de centrage rigides, constitués de deux demi-coques assemblées, et d'anneaux flexibles.

Les disques de centrage sont fixés sur la conduite interne et sont fabriqués en matériau aérogel microporeux rigide. Les anneaux flexibles sont constitués de plusieurs couches de matériau aérogel microporeux flexible.

REVENDEICATIONS

1. Installation de transfert en mer d'un gaz liquéfié, notamment du gaz naturel liquéfié, du type comprenant un premier réservoir (18) et adaptée pour transférer du gaz liquéfié du premier réservoir (18) à un second réservoir, qui est un réservoir de surface (6), comprenant en outre une ligne de transfert (28) adaptée pour être raccordée auxdits réservoirs (6, 18), les deux réservoirs étant espacés de manière distale lors du transfert du gaz liquéfié, la ligne de transfert (28) étant immergée dans de l'eau, caractérisée en ce que l'installation comprend un premier terminal (8) portant le premier réservoir (18) et un second terminal (22), notamment une bouée de chargement, qui est espacé de manière distale dudit premier terminal (8), en ce que la ligne de transfert (28) s'étend entre les deux terminaux (8, 22), en ce que le premier réservoir est un réservoir de surface (18), en ce que la ligne de transfert (28) comprend un tronçon principal rigide (32) sensiblement horizontal situé dans une zone de la couche d'eau où les sollicitations dynamiques sont réduites et des tronçons flexibles (30, 34), et sensiblement verticaux qui relient les extrémités du tronçon principal (32) aux terminaux (18, 22) et assurent la continuité du transport de gaz liquide et la reprise des sollicitations dynamiques, en ce que le tronçon principal (32) et les tronçons flexibles (30, 34) comprennent une conduite interne de transport (40, 42, 68) et une enveloppe externe (36, 38, 66) définissant un espace annulaire (44, 46, 49), en ce que l'espace annulaire (44, 46, 69) s'étend sur toute la longueur de la ligne de transfert (28), en ce que l'espace annulaire (44, 46, 69) est thermiquement isolé par des moyens d'isolation thermique, et en ce qu'elle comprend en outre des moyens de mise sous gaz inerte, notamment sous azote, de l'espace annulaire (44, 46, 69).

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que le tronçon principal rigide (32) comprend un faisceau de conduites disposées parallèlement les unes aux autres.

5 3. Installation selon la revendication 2, caractérisée en ce que le faisceau de conduites comprend une conduite pour le retour du gaz à l'état gazeux, qui transitera dudit second réservoir (6) vers ledit premier réservoir (18).

10 4. Installation selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens de vérification (90, 92) adaptés pour vérifier l'étanchéité de l'enveloppe (36, 38, 66) et/ou de la conduite (40, 42, 68).

15 5. Installation selon la revendication 4, caractérisée en ce que les moyens de vérification comprennent un capteur (90) adapté pour détecter la variation de pression établie dans l'espace annulaire (44, 46, 69), et propre à délivrer un signal d'alerte lorsque la variation de pression est située au-dessus d'une valeur
20 prédéterminée.

6. Installation selon la revendication 4 ou 5, caractérisée en ce que les moyens de vérification comprennent un capteur adapté pour détecter la présence dans l'espace annulaire (44, 46, 69) d'au moins l'un des
25 composants du gaz liquéfié devant être acheminé par la conduite (40, 42, 68), notamment de CH₄, ou adapté pour détecter le taux du gaz inerte dans l'espace annulaire (44, 46, 69).

7. Installation selon l'une quelconque des
30 revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le tronçon principal rigide (32) est situé dans une zone de la couche d'eau dans laquelle la vitesse maximale du courant de l'eau est située au-dessous de 1 m/s, de préférence au-dessous de 0,5 m/s.

8. Installation selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que ledit premier et ledit second réservoirs (6, 18) sont espacés d'une distance supérieure à 300 mètres, et de préférence de l'ordre de 1 mille marin
5 lors du transfert du gaz liquéfié.

9. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit second terminal (22) est adapté pour relier la ligne de transfert (28) à une conduite de chargement (24) équipée de moyens de connexion
10 (25) au second réservoir (6) porté par un navire.

10. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'espace annulaire (44, 46, 69) est relié à des moyens d'évacuation (86) adaptés pour maintenir cet espace (44, 46, 69) à une
15 pression inférieure à la pression atmosphérique, notamment à une pression inférieure à 100 mbars, et en particulier à une pression de sensiblement 30 mbars.

11. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la conduite interne (68)
20 du tronçon principal (32) comprend une partie rigide en métal (74), comprenant à au moins l'une de ses extrémités un soufflet de compensation (76, 78), et en ce que la variation de longueur permise par le soufflet (76, 78) est au moins la variation de longueur de la partie rigide (74) sous une
25 variation de température entre la température de l'eau et la température du gaz liquéfié.

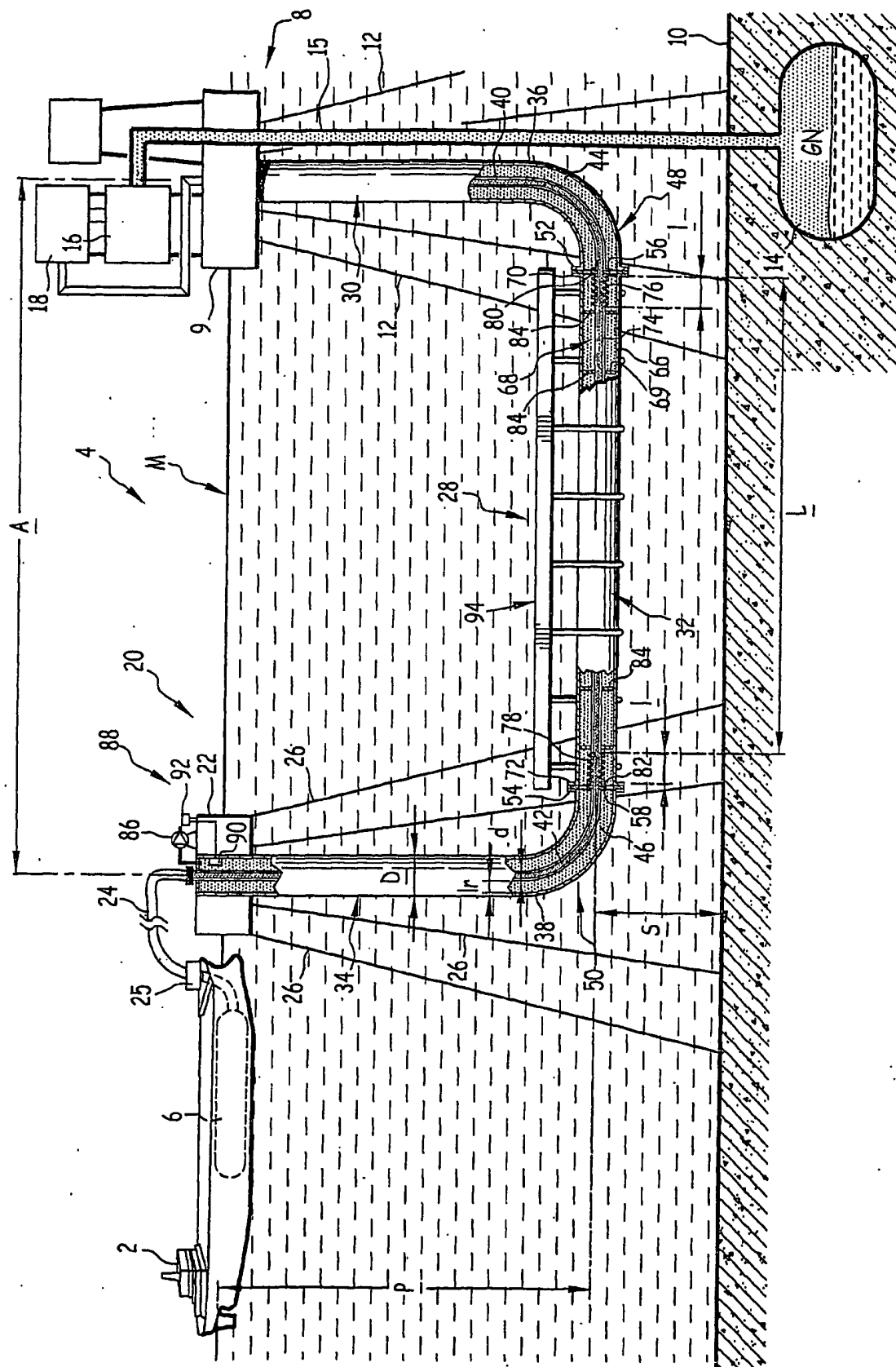
12. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le tronçon principal rigide (32) est suspendu à un corps
30 d'équilibrage (94) qui est adapté pour lui procurer de la flottabilité ou du lest.

13. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le tronçon principal rigide (32) est suspendu aux deux

terminaux (8, 22) ou ancré au fond marin par une ligne d'amarrage.

14. Utilisation d'une installation selon l'une quelconque des revendications précédentes pour transférer du
5 gaz liquéfié d'un premier réservoir (18) à un second réservoir (6).

1/1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 03/03324

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B63B27/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B63B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3 984 059 A (DAVIES ROBERT HENRY) 5 October 1976 (1976-10-05) abstract; figures 4,9,10 column 3, line 32-64 column 5, line 21 -column 7, line 44	1-10,12, 13
Y	WO 98/32651 A (HITEC ASA ;SMEDAL ARNE (NO); BOERSETH KNUT ERIK (NO); PGS OFFSHORE) 30 July 1998 (1998-07-30) abstract; figures column 2, line 14-16 column 2, line 52-55	1-10,12, 13
Y	FR 1 318 891 A (CONCH INT METHANE LTD) 22 February 1963 (1963-02-22) figure 7 page 1, column G, line 1-11 page 5, right-hand column, paragraph 2	1
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 April 2004

Date of mailing of the international search report

23/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nicol, Y

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/03324

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FR 1 206 930 A (CHANTIERS DE LA SEINE MARITIME) 12 February 1960 (1960-02-12) page 1, column G, line 1-24	1
Y	FR 2 815 025 A (EUROP D INGENIERIE MECANIQUE E) 12 April 2002 (2002-04-12) abstract; figures 2,3	2,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 03/03324

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3984059	A	05-10-1976	GB 1469749 A	06-04-1977
			BE 812236 A1	01-07-1974
			CA 1000586 A1	30-11-1976
			DE 2411475 A1	19-09-1974
			FR 2221394 A1	11-10-1974
			IE 39446 B1	11-10-1978
			IT 1005643 B	30-09-1976
			JP 50026283 A	19-03-1975
			NL 7403390 A	17-09-1974
WO 9832651	A	30-07-1998	NO 970301 A	27-07-1998
			AU 5886298 A	18-08-1998
			WO 9832651 A1	30-07-1998
FR 1318891	A	22-02-1963	US 3109294 A	05-11-1963
			DE 1261008 B	08-02-1968
			GB 927592 A	29-05-1963
			NL 276097 A	
FR 1206930	A	12-02-1960	NONE	
FR 2815025	A	12-04-2002	FR 2815025 A1	12-04-2002
			AU 9193901 A	15-04-2002
			BR 0114653 A	01-07-2003
			CA 2424917 A1	11-04-2002
			CN 1478052 T	25-02-2004
			EP 1324944 A1	09-07-2003
			WO 0228765 A1	11-04-2002
			NO 20031543 A	03-06-2003
			US 2004011424 A1	22-01-2004

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR 03/03324

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 B63B27/24

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 B63B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 3 984 059 A (DAVIES ROBERT HENRY) 5 octobre 1976 (1976-10-05) abrégé; figures 4,9,10 colonne 3, ligne 32-64 colonne 5, ligne 21 -colonne 7, ligne 44	1-10,12, 13
Y	WO 98/32651 A (HITEC ASA ;SMEDAL ARNE (NO); BOERSETH KNUT ERIK (NO); PGS OFFSHORE) 30 juillet 1998 (1998-07-30) abrégé; figures colonne 2, ligne 14-16 colonne 2, ligne 52-55	1-10,12, 13
Y	FR 1 318 891 A (CONCH INT METHANE LTD) 22 février 1963 (1963-02-22) figure 7 page 1, colonne G, ligne 1-11 page 5, colonne de droite, alinéa 2	1
	-/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

13 avril 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

23/04/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Nicol, Y

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. de Internationale No

PCT/FR 03/03324

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	FR 1 206 930 A (CHANTIERS DE LA SEINE MARITIME) 12 février 1960 (1960-02-12) page 1, colonne 6, ligne 1-24 ---	1
Y	FR 2 815 025 A (EUROP D INGENIERIE MECANIQUE E) 12 avril 2002 (2002-04-12) abrégé; figures 2,3 -----	2,12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relat

membres de familles de brevets

Dep. de Internationale No

PCT/FR 03/03324

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3984059	A	05-10-1976	GB 1469749 A	06-04-1977
			BE 812236 A1	01-07-1974
			CA 1000586 A1	30-11-1976
			DE 2411475 A1	19-09-1974
			FR 2221394 A1	11-10-1974
			IE 39446 B1	11-10-1978
			IT 1005643 B	30-09-1976
			JP 50026283 A	19-03-1975
			NL 7403390 A	17-09-1974
WO 9832651	A	30-07-1998	NO 970301 A	27-07-1998
			AU 5886298 A	18-08-1998
			WO 9832651 A1	30-07-1998
FR 1318891	A	22-02-1963	US 3109294 A	05-11-1963
			DE 1261008 B	08-02-1968
			GB 927592 A	29-05-1963
			NL 276097 A	
FR 1206930	A	12-02-1960	AUCUN	
FR 2815025	A	12-04-2002	FR 2815025 A1	12-04-2002
			AU 9193901 A	15-04-2002
			BR 0114653 A	01-07-2003
			CA 2424917 A1	11-04-2002
			CN 1478052 T	25-02-2004
			EP 1324944 A1	09-07-2003
			WO 0228765 A1	11-04-2002
			NO 20031543 A	03-06-2003
			US 2004011424 A1	22-01-2004

English Translation

INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED ACCORDING TO THE PATENT COOPERATION TREATY



World Organization For Intellectual Property
International Office

PCT

Date of international publication
June 10, 2004 (6/10/2004)

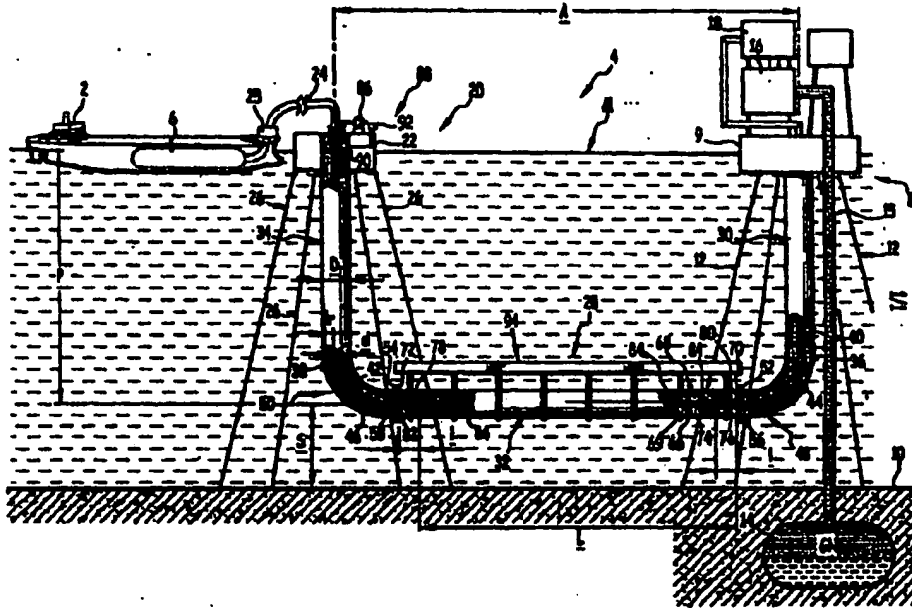
International publication number
WO 2004/048191 A1

International Patent Classification:
B63B 27/24
International reference: PCT/EP99/05726
Number of the international application:
PCT/FR2003/0024
Date of international filing:
November 6, 2003 (11/06/2003)
Language of filing: French
Language of publication: French
Priority data:
02/14471 November 19, 2002 (11/19/2002) FR
Applicant (for all countries of designation except the
USA): TECHNIP FRANCE [FR/FR]; Alee de l'Arche,
Faubourg de l'Arche, ZAC Danton, F-92400
COURBEVOIE (FR).
Inventor and
Inventors/Applicants (only for the USA):
Philippe Espinasse, [FR/FR]; 35 rue Pigeon, F-76420
BIHOREL (FR)

: WO 00/12257
International publication date:
March 9, 2000 (3-9-00)
Attorneys: Bertrand Domenego, etc.; Cabinet Lavoix, 2,
place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris (FR).
Countries of designation (national):
[See original for standard country codes.]
Countries of designation (regional):
[See original for standard country codes.]
Key: brevet = patent
Published
With international Search Report.
The publication will be repeated if amendments arrive
before expiration of the period allowed for amendments to
the claims.
As concerns the two- letter codes and other abbreviations,
refer to the "Explanatory notes relative to the codes and
abbreviations" at the beginning of each regular number of
the PCT Gazette.

Title: LIQUEFIED GAS TRANSFER UNIT AND USE THEREOF

(57) Abstract: [The abstract is present in identical English and French versions and therefore requires no translation.]



Unit for the transfer of liquefied gas and its use

The present invention is relative to a unit [plant, installation] for the transfer of a liquefied gas at sea, in particular of liquefied natural gas, as described in the generic part of Claim 1.

It applies in particular to processes for the filling of transport vessels with liquefied gas or liquefied natural gas (methane tanker).

Processes for filling transport vessels with natural gas and liquefied natural gas are known.

Known gas transport vessels comprise reservoirs for transporting gas in the liquid state and, in certain instances (liquefied casing head gas), a plant for the liquefaction of gas.

In order to fill these vessels with liquefied gas the liquefaction plant is connected to a transfer line that is connected to a source of liquefied gas, e.g., a storage reservoir on land or at sea.

Furthermore, processes for loading a boat with liquefied gas are known in which the gas is liquefied and stored in a temporary storage reservoir situated, e.g., on a production platform. The liquefied gas is then transferred to the boat via a transfer unit.

Such a transfer unit is described in the document FR-A-2 793 235. This transfer unit is composed by a plurality of articulated conduit segments in the form of deformable rhomboids whose extremities are to be linked on

the one hand to a connection system of the boat and on the other hand to a conduit located along a crane.

This unit should be responsive to significant mechanical constraints. It is placed in the vicinity of the production platform and should be able to adapt to the movements of the production platform (six degrees of freedom including rolling, pitching, heaving and surging). Moreover, the unit comprises numerous rotating joints that are constantly in movement. Its maintenance is therefore relatively expensive. This type of unit is used for the loading and unloading of methane tankers in terminal production ports or for receiving liquefied natural gas along sheltered piers.

Other units for the transfer of liquefied gas are known. These units serve to transfer liquefied gas or liquefied natural gas (LNG) between two boats. They imply that the two boats are positioned one behind the other or also side-to-side.

In these two configurations the distance separating the boats is relatively small. The two boats have large and comparable dimensions and are subjected to the swell and to currents. Thus, each of them moves with six degrees of freedom and in a manner relatively independent of the other one. The transfer unit is designed in such a manner as to take account of these relative movements of the two boats which are, otherwise, dependent on weather conditions.

Another transfer unit known, e.g. from patent application FR-A-2 815 025 comprises a flexible transfer conduit in a catenary curve connecting the

storage plant to the transport vessel. When at rest, the flexible conduit is stored on a trestle connected to a production and storage plant. The connection of the flexible conduit to the boat is brought about via a connection module integrated with or independent of this flexible conduit.

Patent application WO 01/87 703 proposes a transfer unit from a production site to a methane tanker. This unit is composed of an arm placed on the production site and extending over a length of 30 to 60% of the safety distance between the two boats. A flexible conduit is rolled up on a wheel at the end of the arm. This conduit is connected to the methane tanker during the transfer.

Document WO 01/34 460 proposes an aerial unit for transferring liquefied natural gas between two boats with a connection system mounted at the end of a flexible conduit to be connected to the unit of the second boat.

In all these known apparatuses the conduits used for the transfer of the gas have only a relatively short length (less than 100 meters) and extend above the surface of the ocean. Consequently, the loading of the boat can only be carried out when the boat is close to the platform or the distributor boat, which creates the risk of a collision and renders the transfer apparatus very dependent on the weather conditions.

The present invention has the task of alleviating the disadvantages cited and of proposing a unit for the transfer of a liquefied gas that is economical and reliable.

To this end the invention is relative to a unit of the above-mentioned type characterized by the features of Claim 1.

According to other embodiments the unit comprises one or several of the features of dependent claims 2 to 13. The invention is also relative to the use of a unit such as the one defined above for the transfer of a liquefied gas from a first reservoir to a second reservoir.

The invention will be better understood from a reading of the following description given solely by way of example and referring to the attached drawing in which figure 1 is a schematic view of an embodiment of a transfer unit in accordance with the invention in partial section.

Figure 1 shows a unit for filling a boat 2 with liquefied gas or liquefied natural gas and designated in general by reference numeral 4.

In the following the term "gas" will be used for any product or compound that is in the gaseous state in ambient conditions (1013 hPa, 20°C). The term "liquid gas" will be used for a product that is at least partially in the liquid state, and the term "gas in the liquid state" will be used for any product in the gaseous state.

Boat 2 is a known tanker on which a transport reservoir 6 for liquid gas is installed.

In a general manner, boat 2 is a vessel adapted to transport liquefied gas and is in particular a methane tanker.

Unit 4 comprises a production unit (connected to or including a borehole installation comprising gas production wells) constituted, e.g., by a

production barge 9 or by a platform anchored or fixed on the ocean bottom 10 by cables 12. The production unit is connected to a pocket of natural gas in the gaseous state 14 by rising column 15 which feeds liquefaction device 16 for gas in the gaseous state supported by barge 9. An output of liquefaction device 16 empties into temporary storage reservoir 18 for liquefied gas.

Unit 4 also comprises means 20 for transferring liquid gas from storage reservoir 18 into transport reservoir 6.

Means 20 for transferring gas into transport reservoir 6 comprise loading buoy 22 on which the tanker is connected for loading. In conformity with the invention, this loading buoy 22 is spaced in a distal manner from production barge 9. This configuration permits the tanker or methane tanker to move and be moored independently of barge 9 without risking a collision.

On the other hand, the connection between loading buoy 22 and transport reservoir 6 of boat 2 is established by loading conduit 24.

Loading conduit 24 extends entirely above surface M of the ocean. It has temporary connection means to reservoir 6.

Reservoir 6 is filled by liquefied gas or liquefied natural gas (LNG) from charging buoy 22 in order to transport this gas to land.

Loading conduit 24 is known. It can be constituted by rigid conduit sections connected to each other by rotating joints or by a supple [resilient] conduit. Loading conduit 24 is supported by an appropriate support

structure such as a crane (not shown) or is floating and is designed in a consequent manner.

Loading buoy 22 is anchored on ocean bottom 10 by cables and/or chains 26 and is spaced in a distal manner from production barge 9. The distance A between loading buoy 22 in the production barge is greater than 300 m and is preferably on the order of one nautical mile (1.852 km).

Loading buoy 22 is small compared to boat 2. Boat 2 is subjected to the swell, currents and weather conditions. It can rotate freely about loading buoy 22 during the loading of liquefied gas or of liquefied natural gas.

Furthermore, transfer means 20 comprise transfer line 28 immersed in the water which connect storage reservoir 18 to loading buoy 22.

Transfer line 28 is adapted for transferring liquid gas from production barge 9 to loading buoy 22 while being immersed in the water during the transfer of liquefied gas. Barge 9 forms a first terminal of transfer line 28 and loading buoy 22 forms a second terminal of transfer line 28.

The terminals, and in this case, loading buoy 22 and production barge 9, can move independently of each other in all directions over a distance that can extend up to 10% of the depth of the water in the case of a great depth and more for depths less than 150 m. The amplitude of the relative movement between the two terminals can thus be more than 20% of the depth of the water.

Immersed transfer line 28 should thus be capable of absorbing these variations of distance between the two floating terminals 9 and 22.

Dynamic strains of flexion and vibrations are caused in the immersed part of transfer line 28 by the movements of swell, ocean currents and the displacements relative to terminals 9, 22.

The combination of the dynamic strains and of the vibrations bring about a significant fatigue in the immersed part of transfer line 28 which significantly reduces its service life.

The rigid conduits are very sensitive to these dynamic strains and to vibrations. This is why it is always necessary to connect the rigid conduit to the terminals by types of spherical joints/rotating joints ("flexjoint" in English) in such a manner as to follow the movements of the terminals and to absorb to a greater or lesser extent the dynamic applied forces. Moreover, the zones subjected to significant vibrations should generally be provided with specific supplementary means such as anti-vibration helicoidal wings.

Flexible conduits are known for their great resistance and their ability to absorb these dynamic applied forces, but they are expensive.

These dynamic applied forces are in particular present in the so-called turbulence zone. The turbulence zone is a layer of water in which the effects of the swell and of currents are significant. This zone is defined as the zone in which the maximal speed of the water current is above a determined threshold. In general, this threshold is 1 m/s or even 0.5 m/s.

By way of example, in the case of Brazil (zone where the current speeds are significant) the turbulence zone can descend to a depth of 300 m or even 500 m (15% to 25% of the depth of the water) in certain fields. On

the contrary, in West Africa (zone where the turbulences are rather weak) this turbulence zone can have a maximum depth on the order of 50 m (5% of the depth of the water).

Transfer line 28 in accordance with the invention is a flexible and rigid hybrid line combining the advantages of flexible conduits in the zones subjected to significant dynamic applied forces and the low cost of rigid conduits in the zones where these dynamic applied forces are limited.

Transfer line 28 therefore comprises an approximately horizontal rigid main section 32 extending over a distance close to distance A and located in the zone of the layer of water where the dynamic applied forces are reduced and comprises approximately vertical flexible sections 30 and 34 that connect the ends of main section 32 to terminals 8, 22 and assure the continuity of the transport of liquid gas and the recovery from dynamic applied forces.

Rigid main section 32 extends to a depth P relative to the ocean surface. This depth P is greater than the depth of the turbulence zone previously defined, preferably greater than 50 m.

Sections 30, 34 are approximately identical and are constituted by external flexible envelope 36, 38 with a circular transversal section with diameter D and an internal flexible conduit 40, 42 with a circular transversal section with diameter d. Envelopes 36, 38 and conduits 40, 42 are relatively supple under flexion. Each of conduits 40, 42 is arranged coaxially in the corresponding envelope 36, 38, forming annular space 44, 46 with radial

width l_r . Flexible cryogenic conduits 40, 42 are known and comprise, radially from the inside toward the outside, an undulated member, glass fiber reinforcing armors spiraled, e.g., at 55° as well as one or several layers of thermal insulation separated by tight layers.

The flexible external envelope can be constituted by a known classic, flexible conduit or by an undulated member.

The double-envelope configuration protects the inner conduit and confines the liquefied gas or liquefied natural gas in case of a leak.

Each of sections 30, 34 is terminated at its lower end by a double adapter flange 52, 54 at central section 32.

Lateral section 30 is fixed at its upper end to production barge 9 whereas section 34 is fixed at its upper end to loading buoy 22. Lateral sections 30, 34 are thermally insulated.

The upper end of conduit 40 is joined to storage reservoir 18 by a known conduit system 58.

Conduit 42 of section 34 is joined to loading conduit 24 by known connecting means 49. These connecting means 59 are adapted in such a manner as to permit a movement of boat 2 around loading buoy 22.

Horizontal central section 32 is constituted by external rigid, cylindrical envelope 66 with diameter D at the horizontal axis in which internal rigid conduit 68 is arranged with diameter d , leaving remaining annular space 69.

In other words, this section 32 forms a double-envelope conduit.

As the density of liquefied natural gas is 0.45, export transfer line 28 can thus have a positive or negative flotation, as a function of its diameter.

Main section 32 can then be associated with equilibrium body 94 in order to maintain this section 32 at the required depth of the water and to assure that it extends approximately horizontally.

If the flotation of main section 32 is positive, equilibrium body 94 can be a ballast body. If it is negative, equilibrium body 94 can impart flotation to main section 32.

Main section 32 has a length \underline{L} that is at least 50% of the distance \underline{A} between the two terminals 8, 22 in which is preferably at least 90% of this distance.

Section 32 is terminated at its two ends by two double flanges 70, 72 complementary to those of the two double flanges 52, 54.

It should be noted that all double flanges 52, 54, 70, 72 are adapted for connecting conduits 40, 42, 38 and envelopes 36, 38, 66 in a tight manner to the liquid and to the gas.

In addition, each of double flanges 52, 54, 70, 72 comprises traversing openings that connect annular spaces 44, 46, 69 in order to assure a continuity of the thermal insulation in the annular space along entire transfer line 28.

Conduit 68 comprises a rigid, cylindrical central part 74 with a diameter \underline{d} integrated with the two sides of axially deformable bellows 76, 78. Each bellows 76, 78 is integrated with one of double flanges 70, 72.

Each bellows 76, 78 has a length l sufficient to compensate the thermal contraction along the axial direction of central part 74 of conduit 68 in a temperature range located between the temperature of the water and the temperature of the liquid gas to be transferred. The temperature of the water is generally between 4°C and 20°C. In the case of a load of liquefied natural gas in transfer reservoir 6, the temperature of the liquid gas is between -150°C and -180°C. Bellows 76, 78 then have a length sufficient to compensate a dilation of central part 74 in a temperature range on the order of 200°C.

Central conduit 68 is fabricated of a metal with a low coefficient of thermal expansion. The coefficient of expansion α is less than 16×10^{-6} m/m°C and preferably lower than 2×10^{-6} m/m°C. Central conduit 68 is made of a material sold, e.g., under the commercial name of INVVAR (R) by the IMPHY and CREUSOT-LOIRE companies. This material has a coefficient of expansion α of 1.6×10^{-6} m/m°C at temperatures below -150°C.

For a distance A of 1 nautical mile between production barge 9 and loading buoy 22 contraction length l is approximately 2.5 m and preferably between 2 and 3 m.

Envelope 66 consists of standard steel, e.g., of carbon steel for underwater application.

Furthermore, central part 74 is centered radially relative to central envelope 66 by centering disks 84 or spacers arranged in annular space 69.

These disks 84 consists of a material with low thermal conductivity, e.g., of polyurethane, polypropylene or of polyamide.

Section 32 should be thermally insulated. In order to accomplish this, annular space 69 present between envelope 66 and conduit 68 should have a thermal insulation with a thermal conductivity less than the thermal conductivity of air under atmospheric pressure.

Annular spaces 44, 46, 69 can be filled with thermal insulation material such as:

- Foams of plastic (polystyrene resin, polyvinyl resin, polyurethane resin),
- Glass foam;
- Powders (perlite, alumina);
- Superinsulators presenting the best compromise for reducing the main heat fluxes. They are composed of a succession of reflector screens (of aluminum) between which intercalated sheets with low thermal conductivity (plastic films, glass fibers) are interposed; or
- Other microporous materials.

In addition, in order to further improve the thermal insulation the thermal insulation material can be partially placed under a vacuum.

As a variant, space 69 is placed under pressure lower than atmospheric pressure, which can represent a vacuum on the order of 30 mbars abs. To this end, unit 4 comprises vacuum pump 86 located on

loading buoy 22 or on production barge 9 and connected by its suction side to annular space 46 of section 34 or to annular space 44 of section 30.

One of the advantages of transfer line 28 in accordance with the invention is that it has a continuous annular space over its entire length. This annular space allows any leaks to be confined inside the external envelope and increases the security of the transfer line.

Moreover, this continuous annular space allows the continuity of the thermal insulation to be assured, e.g., by maintaining this annular space under reduced pressure or under a vacuum. Finally, it allows the integrity of the export line to be able to be monitored (lack of tightness, etc.). In order to do this, unit 4 can therefore comprise means 88 for detecting a gas leak in conduits 40, 42, 68 or a lack of tightness in one of envelopes 36, 38, 66.

These detection means 88 are constituted by sensor 90 for pressure and/or variation of pressure and/or of natural gas, especially CH_4 , located in space 46 or 44 and connected to display device 92.

When the pressure or the variation of pressure exceeds predetermined values, sensor 90 supplies an alert signal to display device 92.

Thus, a change of pressure in space 46 allows the detection of a lack of tightness in conduits 40, 42, 68 or in envelopes 36, 38, 66.

Alternatively, annular spaces 44, 46, 49 can be filled with an inert gas, e.g., nitrogen, as a thermal insulation (preferably at a pressure lower than atmospheric pressure). This gas allows the atmosphere of the annular space to be monitored and to be sure that there is no oxygen, which limits the risk

of corrosion. Moreover, a gas leak or a lack of tightness can then be detected by measuring the pressure in void 46 or by measuring the rate of the inert gas.

The unit according to the invention functions in the following manner.

Production unit 8 produces gas in the "gaseous" state which is liquefied by liquefaction device 16 and stored in storage reservoir 18.

Boat 2 with empty transport reservoir 6 approaches loading buoy 22 and transport reservoir 6 is connected to conduit 42 of section 34 by loading conduit 24.

The liquefied gas is routed from storage reservoir 18 via conduits 24, 40, 42, 68 to transport reservoir 6.

Given that the gas circulates through the conduits in the liquid state, a considerable massive flow of gas in the liquid state is obtained for a given pressure and transversal section of the conduit. The filling of transport reservoir 6 is then rapidly carried out. The filling time of this process is approximately 12 hours.

The fact that transfer line 28 is immersed in water allows loading buoy 22 to be connected to production barge 9 over great distances. The loading of tanker 2 is therefore carried out over a great distance A without risking a collision of the tanker or the methane tanker and production barge 9.

Transfer line 28 of the invention also allows a rapid unloading of the liquid gas from transport reservoir 6 to a storage reservoir (not shown).

As a variant, transfer line 28 can comprise a bundle of conduits arranged parallel to each other. In particular, this bundle of conduits can comprise one or several conduits for the return of the gas in the gaseous state flowing from transport reservoir 6 to storage reservoir 18 and comprise one or several conduits for the transport of liquid gas and an equilibrium body for main section 32.

In another variant, each end of main section 32 can be connected to corresponding terminal 8, 22 by means of a mooring line (not shown) mounted in parallel with lateral sections 30, 34.

Each mooring line has a length less than the length of lateral sections 30, 34 so that lateral sections 30, 34 are not subjected to the tractive force produced by main section 32. The mooring line is constituted by a chain, a carbon fiber cable, a steel cable or a polypropylene rope. In this instance section 32 will be slightly heavy or the mooring lines will be placed under tension by counterweights arranged at the ends of main section 32.

In another alternative, main section 32 can be anchored directly on the ocean bottom by mooring lines. In this instance main section 32 is slightly floating or the mooring lines are placed under tension by buoys located at the ends of main section 32.

According to another variant, sections 30, 34 each comprise an internal conduit of the undulated type and an external envelope of the undulated type. The conduit and the envelope are manufactured from

stainless steel or of INVAR (R). Moreover, reinforcing armors are rolled around the internal conduit, preferably over its entire length.

The thermal insulation layer of these sections is composed along the length of the sections by a succession of rigid centering disks constituted by two assembled half-shells and by flexible rings.

The centering disks are fixed on the internal conduit and are manufactured from a rigid microporous aerogel material. The flexible rings are constituted by several layers of flexible microporous aerogel material.

CLAIMS:

1. A unit [plant, installation] for the transfer of a liquefied gas at sea, in particular of liquefied natural gas, of the type comprising a first reservoir (18) and adapted for transferring liquefied gas from the first reservoir (18) to a second reservoir which is a surface reservoir (6), and also comprising a transfer line (28) adapted for being joined to these reservoirs (6, 18), which two reservoirs are spaced in a distal manner during the transfer of the liquefied gas, characterized in that the unit comprises a first terminal (8) carrying the first reservoir (18) and a second terminal (22) especially a loading buoy, spaced in a distal manner from this first terminal (8), that the transfer line (28) extends between the two terminals (8, 22), that the first reservoir is a surface reservoir (18), that the transfer line (28) comprises an approximately horizontal, rigid main section (32) located in a zone of the layer of water in which the dynamic applied forces are reduced and approximately vertical flexible sections (30, 34) that connect the ends of the main section (32) to the terminals (18, 22) and assure the continuity of the transport of liquid gas and the recovery from the dynamic applied forces, that the main section (32) and the flexible sections (30, 34) comprise an internal transport conduit (40, 42, 68) and an external envelope (36, 38, 66) defining an annular space (44, 46, 49), that the annular space (44, 46, 69) extends over the entire length of the transport line (28), that the annular space (44, 46, 69) is thermally insulated by thermal insulation means, and

that it also comprises means for putting the annular space (44, 46, 69) under an inert gas, in particular under nitrogen.

2. The unit according to Claim 1, characterized in that the rigid main section (32) comprises a bundle of conduits arranged parallel to each other.

3. The unit according to Claim 2, characterized in that the bundle of conduits comprises a conduit for the return of the gas in the gaseous state which delivers from the second reservoir (6) to said first reservoir (18).

4. The unit according to one of claims 1 to 3, characterized in that it comprises verification means (90, 92) adapted for verifying the tightness of the envelope (36, 38, 66) and/or of the conduit (40, 42, 68).

5. The unit according to claim 4, characterized in that the verification means comprise a sensor (90) adapted to detect the variation of pressure established in the annular space (44, 46, 69) and capable of supplying an alert signal when the variation of pressure is above a predetermined value.

6. The unit according to claim 4 or 5, characterized in that the verification means comprise a sensor (90) adapted to detect the presence in the annular space (44, 46, 69) of at least one of the components of the liquefied gas to be routed via the conduit (40, 42, 68), especially HC₄, or adapted to detect the rate of inert gas in the annular space (44, 46, 69).

7. The unit according to any one of claims 1 to 6, characterized in that the rigid main section (32) is located in a zone of the water layer in which the maximum current speed of the water is below 1 m/s and preferably below 0.5 m/s.

8. The unit according to one of claims 1 to 7, characterized in that said first reservoir and said second reservoir (6, 18) are spaced at a distance greater than 300 meters and preferably on the order of 1 nautical mile during the transfer of the liquefied gas.

9. The unit according to one of the previous claims, characterized in that said second terminal (22) is adapted to connect the transfer line (28) to a loading conduit (24) equipped with connection means (25) to the second reservoir (6) carried by a boat.

10. The unit according to any one of the previous claims, characterized in that the annular space (44, 46, 69) is connected to evacuation means (86) adapted to maintain this space (44, 46, 69) at a pressure lower than atmospheric pressure, especially at a pressure lower than 100 mbars, in particular at a pressure of approximately 30 mbars.

11. The unit according to one of the previous claims, characterized in that the internal conduit (68) of the main section (32) comprises a metallic rigid part (74) comprising compensation bellows (76, 78) at at least one of its ends, and that the variation of length permitted by the bellows (76, 78) is at least the variation of length of the rigid part (74) under a variation of temperature between the temperature of the water and the temperature of the liquefied gas.

12. The unit according to any one of the previous claims, characterized in that the rigid main section (32) is suspended on an equilibrium body (94) adapted to impart to it flotation or ballast.

13. The unit according to any one of the previous claims, characterized in that the rigid main section (32) is suspended on two terminals (8, 22) or anchored on the ocean bottom by a mooring line.

14. The use of the unit according to any one of the previous claims for transferring liquid gas from a first reservoir (18) to a second reservoir (6).

[The International Search Report is present in identical English and French versions (three pages each) and therefore requires no translation.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.